(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3641291号

(P3641291)

(45)発行日　平成17年4月20日(2005.4.20)　(24)登録日　平成17年1月28日(2005.1.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
G02B 5/30	G02B 5/30	
G02B 5/04	G02B 5/04	D
G02B 27/28	G02B 27/28	Z

請求項の数 4　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-78201
(22)出願日　平成7年3月9日(1995.3.9)
(65)公開番号　特開平8-248226
(43)公開日　平成8年9月27日(1996.9.27)
審査請求日　平成13年12月19日(2001.12.19)

前置審査

(73)特許権者　000000527
ペンタックス株式会社
東京都板橋区前野町２丁目３６番９号
(74)代理人　100078880
弁理士　松岡　修平
(72)発明者　野口　正人
東京都板橋区前野町２丁目３６番９号　旭光学工業株式会社内

審査官　吉野　公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】偏光変換素子およびその使用方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

互いに直交する入射端面と射出端面とを有するプリズムからなる偏光変換素子であって、

前記入射端面とのなす角度が４５°となり、かつ、前記射出端面に直交するよう配置され、前記入射端面から入射した光束を２つの直線偏光成分に分離する偏光分離面と、

前記入射端面および前記射出端面に対してなす角度が共に４５°となり、前記偏光分離面を透過した光束を前記射出端面側に内面反射させる第１反射面と、

前記入射端面に直交すると共に、前記射出端面とのなす角度が４５°となるよう配置され、前記偏光分離面で反射された光束を前記射出面側に内面反射させる第２反射面とを備え、

前記第１反射面、前記第２反射面および前記偏光分離面が一直線上で交差すると共に、該交線が前記プリズムの稜線の一部をなすことを特徴とする偏光変換素子。

【請求項２】

前記プリズムは、正方形を底面とする四角錐であり、その先端側の頂点が底面の１つの頂点に立てられた法線上で正方形の一辺の長さと等しい高さを持ち、前記四角錐の直角二等辺三角形となる２つの側面の一方が前記入射端面とされ、前記正方形の底面が前記射出端面とされることを特徴とする請求項１に記載の偏光変換素子。

【請求項３】

光束を前記入射端面に対して垂直に入射させることを想定し、前記光束が透過しない不

要部分をカットした形状に形成されたことを特徴とする請求項１または請求項２に記載の偏光変換素子。
【請求項４】
光束を、請求項１から請求項３のいずれかに記載の偏光変換素子の入射端面に対して垂直に入射させる偏光変換素子の使用方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
この発明は、例えば液晶プロジェクターの光学系に利用され、光束の偏光方向を揃えるための偏光変換素子に関する。
【０００２】
【従来の技術】
液晶プロジェクターは、画素が二次元に配列した液晶パネルに光束を入射させ、画素毎の印加電圧の違いにより変化する偏光の変化を利用して画像を形成し、スクリーン上に投影する。
【０００３】
液晶パネルに入射する光束は偏光方向が揃った直線偏光である必要がある。ただし、直線偏光を得るために偏光板を用いると、偏光板での損失によりスクリーンに達する光量が最大でも光源から発する光量の半分となってスクリーンが暗くなるため、従来から、光量損失のない偏光素子が提案されている。
【０００４】
例えば、特開昭６１－９０５８４号公報には、図１１に示すように、入射光束を偏光ビームスプリッターＰＢＳによりＰ偏光成分とＳ偏光成分とに分離し、Ｐ偏光成分をそのまま射出させ、Ｓ偏光成分を反射プリズムＰＲで反射させた後に１／２波長板ＨＰを透過させて偏光方向をＰ偏光成分に揃えて射出させる偏光素子が開示される。
【０００５】
また、特開平５－２７２０３号公報には、図１２に示すように、偏光ビームスプリッターＰＢＳで分離されたＰ偏光成分をそのまま射出させ、Ｓ偏光成分を立体的に２つの反射プリズムＲＰ1，ＲＰ2で反射させることにより偏光方向をＰ偏光成分に揃えて射出させる偏光素子が開示される。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述した２つの公報に記載された偏光素子は、それぞれ以下のような問題点を有している。特開昭６１－９０５８４号に開示される素子は、１／２波長板を用いるためにコストが比較的高くなると共に、投影される画像の鮮鋭度が低下する可能性かある。
【０００７】
波長板は、複屈折を有する平行平面板の厚さを調整することにより、常光線と異常光線との位相差を任意に設定するものであるが、その厚さは波長を基準として決定される。このため、白色光を利用する場合のように光束の波長帯域が広い場合には、特定波長については位相差が１／２波長となって射出光線も直線偏光となるが、特定波長から離れた他の波長については位相差が１／２波長とならず、射出光線が楕円偏光になる。液晶パネルに入射する光束が直線偏光でないと、消光比が小さくなり、投影される画像の鮮鋭度が低下するという問題を生じる。
【０００８】
一方、特開平５－２７２０３号公報に開示される素子は、１／２波長板を用いずに偏光方向を揃えることはできるが、２つの光束の射出位置の空間的な距離が比較的大きくなり、これらを同一の液晶パネルに入射させるためには光束を合成する光学系が必要となる。また、光学素子の数が多くなる上、光学系の配置スペースも大きくなるという問題点を有している。

【０００９】
【発明の目的】
この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、１／２波長板を用いることなく、かつ、２つの射出光線の空間的な距離を比較的小さくすることができる偏光素子の提供を目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
この発明にかかる偏光変換素子は、上記の目的を達成するため、互いに直交する入射端面と射出端面とを有するプリズムからなる偏光変換素子であって、入射端面とのなす角度が４５°となり、かつ、射出端面に直交するよう配置され、入射端面から入射した光束を２つの直線偏光成分に分離する偏光分離面と、入射端面および射出端面に対してなす角度が共に４５°となり、偏光分離面を透過した光束を射出端面側に内面反射させる第１反射面と、入射端面に直交すると共に、射出端面とのなす角度が４５°となるよう配置され、偏光分離面で反射された光束を射出面側に内面反射させる第２反射面とを備え、第１反射面、第２反射面および偏光分離面が一直線上で交差すると共に、該交線がプリズムの稜線の一部をなすことを特徴とする。
【００１１】
【実施例】
以下、この発明にかかる偏光変換素子の実施例を説明する。図１(ａ)、(ｂ)は、この発明の偏光素子の基本的な面の配置構成を、それぞれ異なる方向から見た斜視図であり、図２(ａ)，(ｂ)，(ｃ)はこれをそれぞれ平面図として表している。
【００１２】
発明の偏光変換素子は、１２０°の開き角で配置された第１、第２反射面１，２と、この開き角を二等分して配置された偏光分離面３とから構成される。２つの反射面１，２と偏光分離面３とは一直線上で交差し、この交線Ｌが素子の稜線の一部をなす。
【００１３】
この偏光変換素子を用いて偏光状態がランダムな光束から偏光方向の揃った直線偏光を得るためには、入射光線を第２反射面２と平行に、かつ、偏光分離面３に対する入射角度が４５°となるように入射させる。
【００１４】
なお、面と面との角度は、２つの面の法線を一平面内に含まれるように立てたときに、その平面内で各面がなす角度として定義され、光線の入射角度は、面の法線と入射光線とを含む入射面内で面の法線と入射光線とのなす角度として定義される。
【００１５】
偏光分離面３上の点Ｐ1に４５°の入射角度で入射した光線のうち、この光線と偏光分離面３の法線とを含む入射面に対して平行に振動するＰ偏光成分は偏光分離面３を透過し、入射面に対して垂直に振動するＳ偏光成分は反射して直角に偏向される。
【００１６】
第１反射面１と偏光分離面３とのなす角度は６０°であり、かつ、入射光線は偏光分離面３に対して４５°、第１反射面１と１２０°をなす第２反射面２と平行に入射するため、Ｐ偏光成分の第１反射面１に対する入射角度は４５°となる。したがって、Ｐ偏光成分は第１反射面１で反射されて直角に偏向され、偏光分離面３の入射面に対して垂直に射出される。
【００１７】
また、Ｓ偏向成分は、偏光分離面３の入射面内を第２反射面２側に向かって進む。Ｓ偏光成分の第２反射面２に対する入射角度は４５°となるため、Ｓ偏光成分は第２反射面２で反射されて直角に偏向され、偏光分離面３の入射面に対して垂直に、すなわちＰ偏向成分と同一方向に射出される。
【００１８】
ここで、図中に入射光線の方向をｘ軸、ｘ軸と直交する面内で互いに直交するｙ，ｚ軸を

定義する。ｚ軸は、偏光分離面３の入射面がｘ－ｚ平面と平行になるよう定義され、したがってｙ軸は射出光線と平行になる。

【００１９】

この座標系を用いて偏光分離面３に対する各偏光成分を定義すると、ｚ軸方向の振動成分がＰ偏光成分、ｙ軸方向の振動成分がＳ偏光成分となる。ｚ軸方向に振動するＰ偏光成分は、第１反射面１で反射された際にも振動方向は変化せず、射出光もｚ軸方向の振動成分となる。一方、ｙ軸方向に振動するＳ偏光成分は、第２反射面２で反射された際にその振動方向がｚ軸方向に変換され、射出光はｚ軸方向の振動成分となる。

【００２０】

したがって、射出される直線偏光の振動方向は共にｚ軸方向で揃うこととなり、図１１で示した従来技術のように１／２波長板を用いなくとも偏光方向を揃えることができる。また、２つの射出光が並列して出力されるため、図１２に示した従来技術と比較して光線間の空間的な間隔を狭めることができ、２つの光束を合成するための光学系を用いなくとも利用することができる。

【００２１】

次に、上記の基本構成をプリズムとして形成した偏光変換素子の実施例を２例説明する。図３(ａ)(ｂ)(ｃ)は、実施例１にかかる偏光変換素子をそれぞれ異なる角度から見た場合の斜視図である。

【００２２】

この偏光変換素子の全体的な形状は、正方形を底面とする四角錐であり、その先端側の頂点が底面の１つの頂点に立てられた法線上で正方形の一辺の長さと等しい高さを持つ。図中下側となる先端側の頂点Ｏを原点として前記の説明と同様に入射光線の方向を基準として座標を取ると、射出端面を規定する他の４つの頂点の座標は、kを任意の定数として、(0,k,0),(0,k,k),(k,k,k),(k,k,0)となる。

【００２３】

四角錐の直角二等辺三角形となる２つの側面の一方が入射端面４とされ、これと直交する正方形の底面が射出端面５とされる。偏光分離面３は、図中でハッチングを付して示したように、入射端面４とのなす角度が４５°、射出端面５とのなす角度が９０°となるよう配置されている。

【００２４】

また、第１反射面１は、偏光分離面３とのなす角度が６０°、入射端面４および射出端面に対してなす角度が共に４５°となるよう配置され、第２反射面２は、第１反射面１に対して１２０°をなし、入射端面４に直交し、射出端面５に対してなす角度が４５°となるよう配置されている。第１、第２反射面１，２と偏光分離面３とは一直線上で交差し、この交線が素子の稜線の一部を構成している。各面を座標系を用いて表現すると、以下の通りとなる。

【００２５】

第１反射面　ｘ＝ｙ　　第２反射面　ｙ＝ｚ
偏光分離面　ｘ＝ｚ　　入射端面　　ｘ＝０
射出端面　　ｙ＝ｋ　(ｋ：定数)

【００２６】

なお、ここでいう「入射端面」は、物理的に存在するプリズムの１面であり、反射光、偏光方向の説明の際に用いた仮想的な「入射面」とは明確に区別される。

【００２７】

上記のような形状のプリズム型の偏光変換素子は、図４に示すような２つの対称形の４面体の第１、第２プリズム１１、１０を貼り合わせることにより形成することができる。

【００２８】

第１プリズム１１は、入射端面４、偏光分離面３、第２反射面２、射出端面５の一部をなし、第２プリズム１０は、偏光分離面３、第１反射面１、射出端面５の一部をなす。これらの第１、第２プリズム１１、１０を偏光分離面３どうしを貼り合わせて接合すること

により、実施例１の偏光変換素子を構成することができる。

【００２９】

実施例１の偏光変換素子を使用する際には、図３に示されるように、入射端面４に対して垂直に光を入射させる。これにより、光は偏光分離面３に対する入射角度が４５°となり、かつ、第２反射面２と平行に入射する。光線の入射ポイントをＰ0とすると、光は点Ｐ1で偏光分離面３に入射し、透過光は第１反射面１の点Ｐ2で反射され、反射光は第２反射面２上の点Ｐ3で反射される。それぞれの反射面１，２で反射された光線は、射出端面５上の点Ｐ4，Ｐ5から射出する。各反射面での反射光は偏光分離面３の入射面に対して垂直となり、かつ、射出端面５は偏光分離面３の入射面と平行であるため、２つの射出光は射出端面５に対して垂直に射出する。

【００３０】

偏光分離面３を透過したＰ偏光成分は、ｚ軸方向に振動しており、第１反射面１で反射された際にも振動方向は変化せず、射出光もｚ軸方向の振動成分となる。一方、ｙ軸方向に振動するＳ偏光成分は、第２反射面２で反射された際にその振動方向がｚ軸方向に変換され、射出光はｚ軸方向の振動成分となる。したがって、偏光方向がｚ軸方向に揃った２つの射出光は、入射方向に対して垂直なｙ軸と平行な方向に向けて射出される。

【００３１】

図５は、実施例１の偏光変換素子の入射光束の範囲と射出光束の範囲とを示す説明図である。入射端面４上でハッチングで示した正方形内から入射させた光束は、射出端面５上でハッチングで示した長方形内から射出される。射出光の範囲を示す長方形は、入射光の範囲を示す正方形を２つ並列した形状である。

【００３２】

偏光変換素子を液晶プロジェクターの光学系に用いる場合、プロジェクターの投影画面は一般に長方形であるため、図５に示したように光束をほぼ正方形の範囲に入射させることで光束を無駄なく用いることができる。特に、ハイビジョン画面のような縦横比が１：２に近い画像を投影するためには、上記の構成が望ましい。

【００３３】

ただし、投影される画像の縦横比が１：１に近い場合には、入射光を長方形の範囲に入射させることにより射出光の範囲を正方形にすることもできる。入射光束の縦横比を任意に設定することにより、射出光束の縦横比を調整することができる。

【００３４】

また、図６に示すように、実施例１の偏光変換素子の射出端面５に偏向プリズム２１，２２を貼り付けることにより、偏光変換素子射出後の光束が交差するよう構成することもできる。このような構成によれば、第１、第２反射面で反射された２つの光束の境界部分での光強度の変化を抑えることができる。

【００３５】

さらに、実施例１の偏光変換素子をＡ，Ｂの２組用意し、互いの第２反射面２ａ，２ｂを合わせる形で組み合わせることにより、図７に示すようなユニットを形成することもできる。入射端面４ａ，４ｂから入射した光束は、それぞれの偏光変換素子Ａ，Ｂの偏光分離面３ａ，３ｂで分離された後、第１反射面１ａ，１ｂ、第２反射面２ａ，２ｂで反射され、射出端面５ａ，５ｂからそれぞれ偏光方向が揃った光束として射出される。さらに、一方の射出光束をミラーを用いて他方の射出光束と同一の方向に向けて偏向することにより、全ての射出光束の偏光方向を揃えることができる。

【００３６】

図７の構成によれば、入射端面４ａ，４ｂを合わせた正方形の領域全体から光束を入射させることにより、射出端面５ａ，５ｂからそれぞれ偏光方向の揃った光束が正方形の領域全体から射出する。したがって、この複合プリズムの一方の射出端面に図１１に示した反射プリズムＲＰを貼り付けることにより、入射光束の領域１×１に対して図１１の複合プリズムと同様に、全体として２×１×１のサイズで偏光方向の揃った光束を同一方向に向けて射出させることができ、プリズムＡ，Ｂを単独で設ける場合よりも光束の入射領域に

対するプリズムのサイズの比を小さくすることができる。

【００３７】

図８(ａ)(ｂ)(ｃ)は、実施例２にかかる偏光変換素子をそれぞれ異なる角度から見た場合の斜視図、図９はその側面図である。実施例２の偏光変換素子は、実施例１の素子に図５のように光束を入射させる場合を想定し、実施例１の素子から光束が透過しない不要部分をカットして形成された９面体のプリズムである。実施例２の偏光変換素子においても、第１、第２反射面１，２、偏光分離面３、入射端面４、射出端面５の位置関係は実施例１と同一である。

【００３８】

五角形の入射端面４に点Ｐ0から入射した光線は、五角形の偏光分離面３に点Ｐ1で入射する。偏光分離面３を透過したＰ偏光成分は、四角形の第１反射面１の点Ｐ2で反射され、偏光分離面３で反射されたＳ偏光成分は、五角形の第２反射面２で反射される。各偏光成分は、五角形の射出端面５から垂直に射出される。２つの射出光の偏光方向は、実施例１と同様に揃っており、１／２波長板を用いなくとも偏光方向が揃った光束を空間的に近接させて射出させることができる。

【００３９】

図１０は、実施例２の偏光変換素子に対する入射光の範囲と射出光の範囲との関係を示す斜視図である。実施例１と同様に、入射端面４内のハッチングで示した正方形の範囲から入射した光束は、射出端面５内のハッチングで示した長方形の範囲から射出する。

【００４０】

実施例２の構成によれば、光束が透過する範囲に限定してプリズムを形成したため、単体での仕様を前提とすると、プリズムのサイズを必要最小限に小型化することができる。なお、光束が透過しない部分をカットする場合、実施例２のような９面体とした場合には、プリズムの形状を最小化することができるが、少なくとも一カ所をカットすれば、実施例１のプリズムよりは小型化することができる。

【００４１】

ただし、入射光束の領域を１×１のサイズとすると、プリズムのサイズは２×２×√２となり、図７の複合プリズムと図１１の反射プリズムＲＰとを組み合わせた場合のサイズ２×１×１よりはサイズが大きくなる。

【００４２】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、１／２波長板を用いることなく２つの射出光束の偏光方向を揃えることができ、かつ、２つの射出光束を空間的に近接した状態で射出させることができる。

【００４３】

したがって、この発明の偏光変換素子を液晶プロジェクターの光学系に用いる場合には、１／２波長板を用いたシステムよりも消光比を高く保つことができ、投影される画像の鮮鋭度を保つことができると共に、空間的に離れた射出光を近接させるための光学系を設けなくとも足りるため、光学系の構成を単純化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明にかかる偏光変換素子の面の基本的な配置を示す斜視図である。

【図２】　図１の平面図である。

【図３】　この発明の実施例１にかかる偏光変換素子を示す斜視図である。

【図４】　実施例１の偏光変換素子を構成するプリズムの分解斜視図である。

【図５】　実施例１の偏光変換素子における入射光の範囲と射出光の範囲とを示す斜視図である。

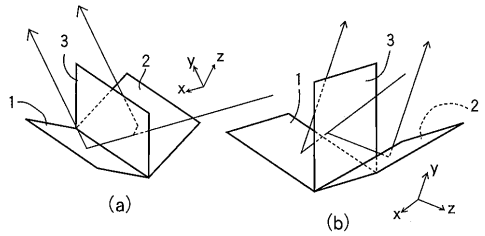
【図６】　実施例１の偏光変換素子の射出面にくさび型プリズムを貼り付けた例を示す斜視図である。

【図７】　実施例１の偏光変換素子を２組組み合わせたユニットを示す斜視図である。

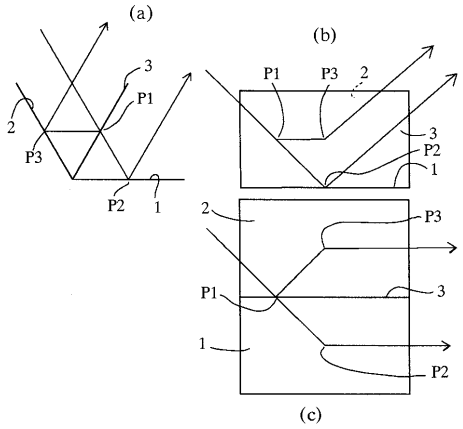
【図８】　この発明の実施例２にかかる偏光変換素子を示す斜視図である。

【図９】　図７の平面図である。
【図１０】　実施例２の偏光変換素子における入射光の範囲と射出光の範囲とを示す斜視図である。
【図１１】　特開昭６１－９０５８４号公報に記載された偏光変換素子の斜視図である。
【図１２】　特開平５－２７２０３号公報に記載された偏光変換素子の斜視図である。
【符号の説明】
１　第１反射面
２　第２反射面
３　偏光分離面
４　入射端面
５　射出端面

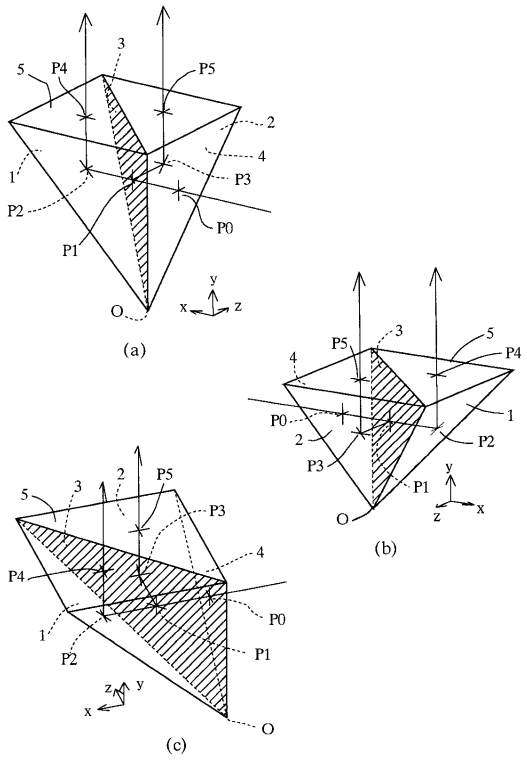
【図１】



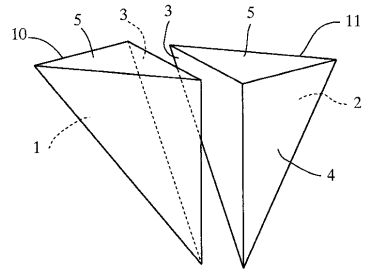
【図２】



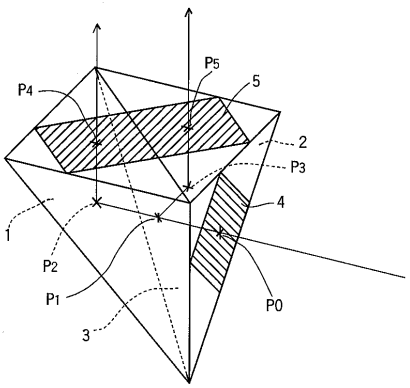
【図３】



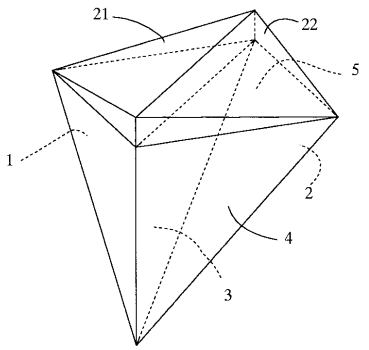
【図４】



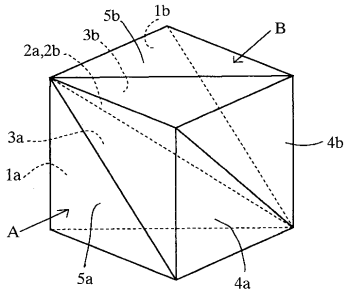
【図５】



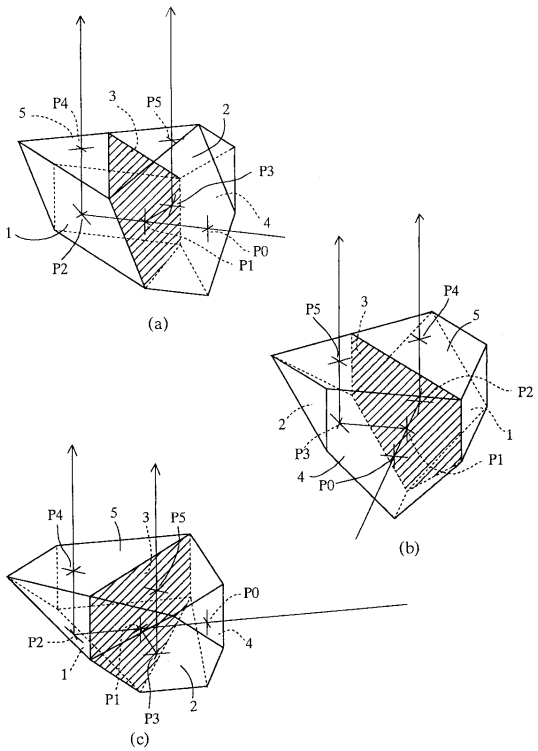
【図６】



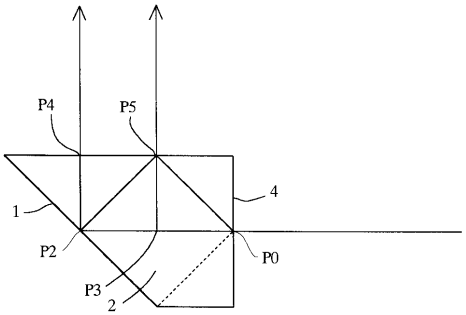
【図７】



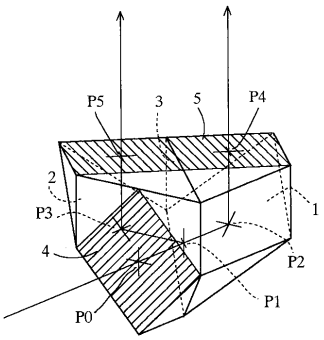
【図８】



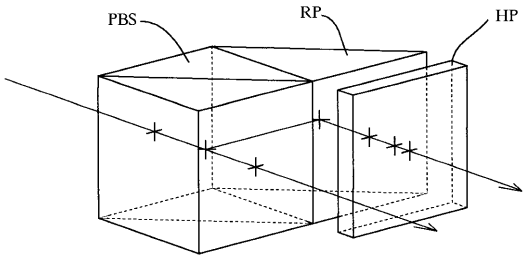
【図９】



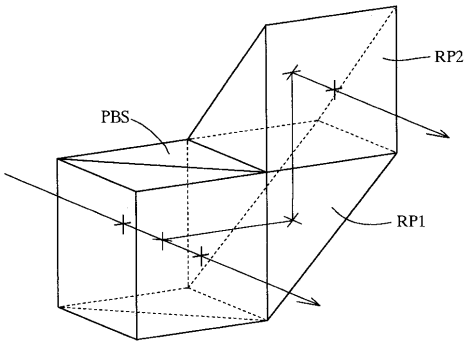
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－２６７２０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３０６３１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１１４７６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１５６４２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０６３３１８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３２３２６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２７５５０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０２７２０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－１６７００４（ＪＰ，Ａ）
実開平０１－０８８９０２（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 5/30
G02B 27/28